

**UTILIZACION DE LA CARTOGRAFIA
DE UNIDADES PAISAJISTICAS
COMO RECURSO PEDAGOGICO EN
EDUCACION AMBIENTAL.**

**F. LOBO
J.F. LAVADO
J.C. ESCUDERO**

**AREA ECOLOGIA
Dptº FISICA
(U.N.E.X.)**

RESUMEN

La construcción de mapas de unidades ambientales a partir de imágenes constituyen un método de análisis medioambiental apropiado para incluirse en planes pedagógicos multidisciplinares orientados hacia la consecución de escalas de valores personales sobre el medio ambiente. Esta técnica permite conocer el funcionamiento básico de los ecosistemas de forma global, sin que para ello se requiera una metodología complicada de estudio.

SUMMARY

This study makes use of environmental unit maps from images to develop skills for identifying environmental problems by man. This method seems suitable for being included in multidisciplinary pedagogic plans clarifying values about ecological process involved in the environment. Also provide information to know the role of his own activity in the Nature.

INTRODUCCION

La adquisición de un comportamiento ambiental responsable se ha reconocido como el último objetivo de la educación ambiental (Robottom, 1987). En la praxis, los educadores han empleado dos tipos de estrategias para la consecución de este fin.

- La primera engloba los dos objetivos primarios establecidos en la conferencia de la UNESCO de 1980 consistentes en aumentar la concienciación acerca de la existencia de problemas ambientales y la sensibilización ante los mismos.

Aunque es cierto que con estas actitudes se ha logrado un movimiento general de sensibilización ante determinados problemas y un incremento del interés por temas medioambientales (lo cual es positivo), este tipo de estrategia ha llevado asociada la formación de una subcultura ecologista con ideas deformadas sobre los problemas de la gestión ecológica de recursos ambientales y sin capacidad para un análisis individual.

Ejemplos representativos de los errores conceptuales propiciados por este tipo de formación se demuestran en estudios llevados a cabo en el tercer mundo donde se refiere que la principal preocupación ambiental de

sus habitantes es la contaminación, inexistente en esas zonas por ser países industrializados existe una mayor sensibilización por la extinción de especies selváticas lejanas a su medio (Eagles, 1990), que por la polución ambiental, degradación del paisaje, nefasta utilización de recursos no renovables o escasez de agua, aún cuando padezcan reiteradamente los efectos de alguno de estos problemas (como en el caso de aumento de dolencias respiratorias en las grandes ciudades o recorte en el suministro de agua durante estaciones secas).

En ambos casos se ha aumentado la sensibilización acerca de problemas existentes en el medio ambiente, pero aparecen jerarquías de valores difíciles de traducir en acciones individuales concretas capaces de aportar soluciones.

- La segunda estrategia consiste en incrementar el conocimiento acerca del ambiente tanto de forma colateral a las actividades académicas, como dentro de la educación cambiando los enfoques tradicionales de didáctica de las Ciencias Naturales (Backman, 1983).

Este método presenta el inconveniente de que, en el caso de que la información sea extraacadémica, difícilmente se integra con el resto de los conocimientos adquiridos en clase (Hungerford, 1990) y, cuando se imparte dentro de la educación formal, normalmente se restringe a la variación de escala del tema de estudio más que a un enfoque que potencie el aprendizaje de procesos conectados entre sí. Si se elige cualquier libro de texto, puede observarse sin dificultad que se ha sustituido la descripción de un animal concreto por la de un sistema más o menos complicado sin cambiar los estereotipos subyacentes.

Muy frecuentemente las actitudes proporcionadas con estos métodos de aprendizaje son difícilmente trasladables a acciones o valores que refuercen el desarrollo de conceptos propios e implicaciones personales (Sia, 1985); en un caso por basarse en problemas aislados y en el otro, por limitarse a un aumento de información, lo que no siempre conlleva una respuesta positiva desde el punto de vista ambiental.

Se requiere, por tanto, que el análisis medioambiental interdisciplinar sea capaz de suministrar una información integral sobre la que se puedan evaluar las repercusiones que provocan determinadas acciones (González-Bernáldez, 1976). Este análisis integral es el único capaz de aportar información suficiente para que el individuo sea capaz de valorar las repercusiones de una acción y de implicarse ante ella (Fig.1).

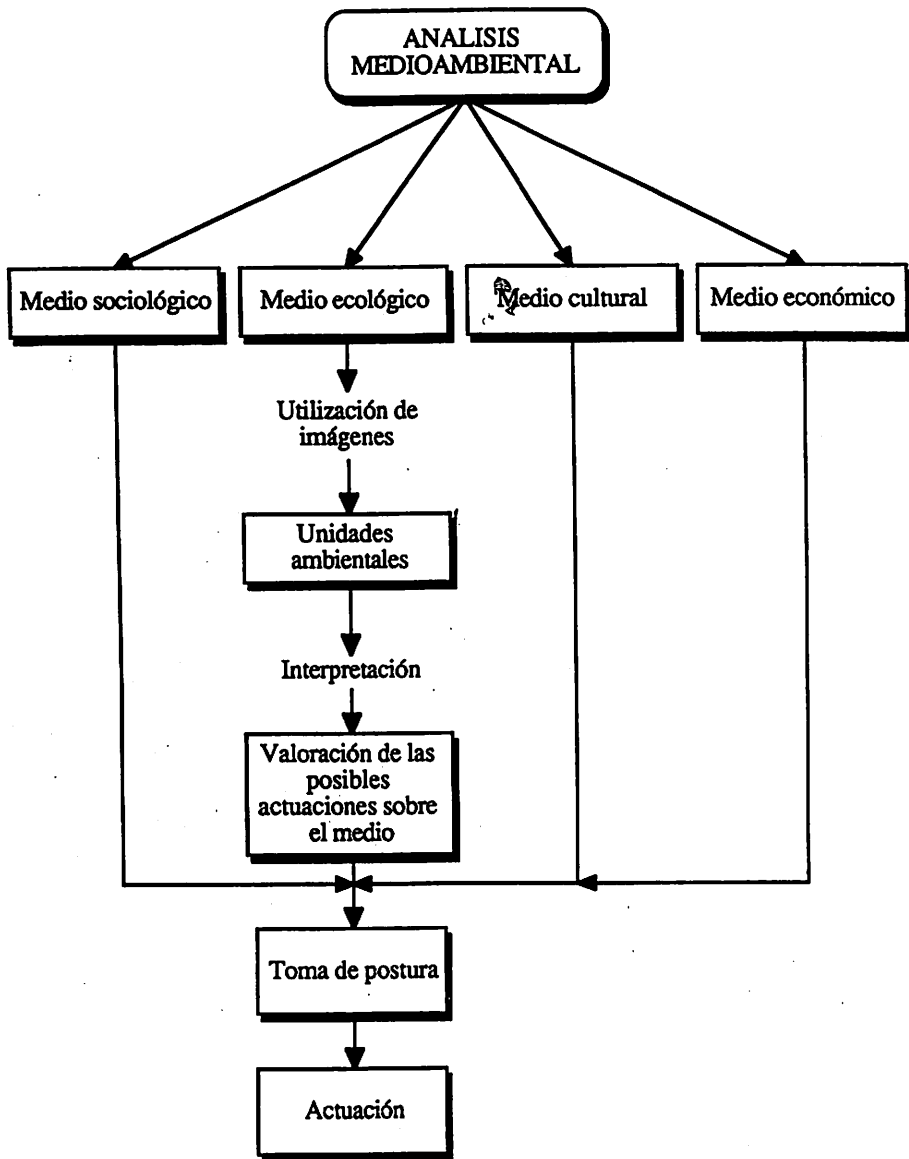


Fig. 1: Proceso de análisis medioambiental capaz de suministrar la información global necesaria para ejercer actuaciones personales.

UTILIZACION DE MAPAS DE UNIDADES AMBIENTALES COMO MEDIO PARA INTERPRETAR LA REALIDAD AMBIENTAL.

Si lo que se pretende es abordar el estudio de los ecosistemas de forma global: conociendo las interacciones, los procesos que se llevan a cabo en ellos y la función que tiene el hombre como modificador de los mismos, se hace necesario encontrar un tema de estudio que nos posibilite el acceso a la naturaleza a este nivel.

Para alcanzar este objetivo se propone como procedimiento adecuado el análisis de mapas de unidades ambientales puesto que presentan las siguientes características:

- Son capaces de dar información sobre procesos o componentes de los ecosistemas de difícil observación directa o para los que se requiere una formación muy especializada si se estudian de forma aislada.
- Reflejan la historia de las actuaciones que se han ejercido sobre ellos.
- No necesitan tratamientos complicados para su estudio.
- Se puede construir un mapa de unidades de cualquier zona sin que sea necesario buscar localizaciones especiales.
- Son útiles excelentes desde el punto de vista pedagógico, ya que no necesita recursos complicados para su estudio y proporcionan gran cantidad de información sobre procesos generales de los ecosistemas.

¿COMO SE ESTUDIAN LAS UNIDADES AMBIENTALES?

En este trabajo se desarrolla un procedimiento para el estudio de los ecosistemas de fácil utilización a cualquier nivel sin necesidad de mucha especialización y fácilmente conectable con otras materias de los currículos.

Para ello se utilizará un ejemplo concreto, que refleje una zona ficticia con un relieve y vegetación representativos del paisaje extremeño, sobre el que se explicará de forma práctica la metodología a emplear. Además, el relieve y la disposición de los elementos del mapa posibilitan la comprensión de procesos ecológicos generales que pueden ser trasladados a otros ecosistemas (Brussard, 1991).

Con la metodología empleada se obtendrá la información sobre el medio ambiente necesaria para evaluar las repercusiones que provocan determinadas acciones sobre él.

OBJETIVOS BASICOS

Realizar una caracterización exhaustiva de los procesos ecológicos implicados en la configuración del medio es una tarea que requiere un alto nivel de especialización que sólo está al alcance de los profesionales. Sin embargo, es posible simplificar la metodología hasta el punto de hacerla accesible a personas no especializadas en el tema, sin perder por ello la capacidad de interpretar el entorno a nivel de sus grandes procesos globales.

Para ello, es necesario conseguir los siguientes objetivos:

- Construcción de un mapa de unidades ambientales a partir de imágenes, mapas de relieve y reconocimiento sobre el terreno.
- Descripción de los procesos que han podido provocar la variación de la vegetación existente entre las mismas.
- Caracterización de los procesos ecológicos básicos de cada unidad y de las relaciones existentes entre las mismas.
- Valoración de la información adquirida y establecimiento de relaciones de importancia en cuanto a conservación desde el punto de vista ecológico.

Para facilitar la consecución de estos objetivos se describirá cada uno de los pasos sobre un ejemplo concreto.

CONSTRUCCION DEL MAPA DE UNIDADES

Tomando como base imágenes (fotografías aéreas, fotografías de paisaje o imágenes de satélite) es posible delimitar una zona en grandes bloques denominados unidades ambientales.

Aunque cada una de estas imágenes resume gran cantidad de información del medio, la discriminación de las unidades ambientales se realiza en función de los elementos fácilmente perceptibles en ellas: fundamentalmente geomorfología y vegetación. A pesar de ser aparentemente una infor-

mación muy restringida, lo cierto es que son buenos indicadores del resto de factores ecológicos determinados de la configuración del medio .

Básicamente las unidades se obtienen delimitando sobre la imagen las superficies con diferentes texturas. Con este proceso se obtiene una aproximación grosera a lo que constituiría el mapa de unidades por llevar aparejados los siguientes problemas:

- Es difícil limitar de forma precisa las fronteras entre las distintas unidades.
- Las imágenes a las que se tiene acceso, sobre todo en el caso de las fotografías aéreas, no suelen estar actualizadas, con lo que las áreas pueden haber sufrido modificaciones.
- Existen formaciones con importante valor ecológico difícilmente perceptibles a una determinada escala.
- Es necesario identificar la naturaleza de la vegetación que constituye cada textura.

Una vez realizado este mapa grosero de unidades ambientales, es necesario depurarlo mediante visitas al campo y complementarlo con un análisis de la orografía de la zona (Fig. 2). Con ello, es posible elaborar un mapa de unidades ajustado a la realidad y suficientemente preciso(Fig. 3).

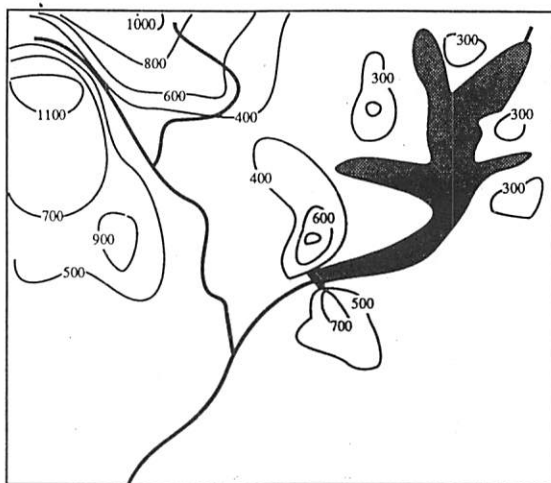


Fig. 2: Mapa de relieve correspondiente a la zona de estudio.

En nuestro ejemplo el mapa de unidades se caracteriza por la presencia de dos ríos, en cuyos márgenes se localizan de manera puntual áreas de vegetación riparia, y un embalse con márgenes desprovistas de vegetación. El resto del territorio está dominado en sus zonas más bajas por dehesas y en las más altas por robles y afloramientos rocosos. En las áreas de alturas intermedias aparecen diferenciados matorrales y alcornoques. El resto de las unidades corresponden a cultivos de olivos, viñas, pastizal y regadíos en las zonas bajas y eucaliptos y pinos en las altas.

Mediante este proceso se han delimitado las áreas diferentes así como su relieve y la vegetación que las compone. Esto implica una gran cantidad de información que es necesario interpretar.

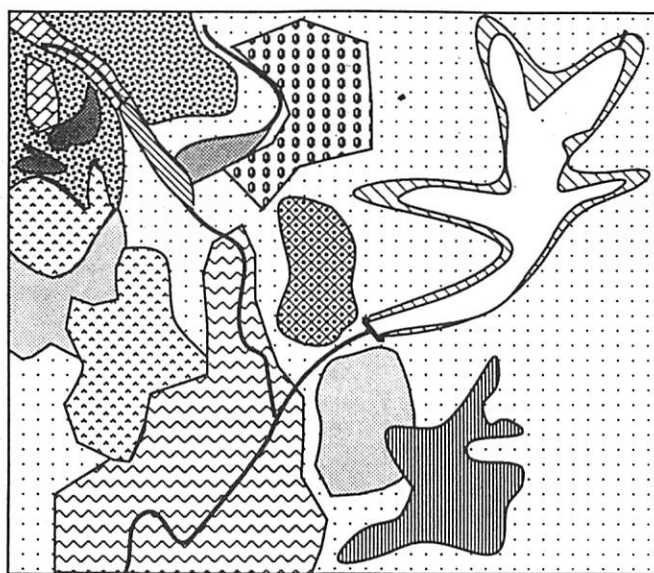


Fig. 3: Mapa de unidades ambientales obtenido a partir de imágenes, cartografía auxiliar y reconocimientos de campo.

VALORACION DE LA VEGETACION POTENCIAL HASTA SU ESTADO ACTUAL

Para conocer los cambios producidos en un paisaje es necesario comparar el mapa de unidades obtenido, con el que debería existir en caso de que no hubiera existido influencia humana.

Atendiendo a las características edáficas, climáticas y geomorfológicas fundamentalmente, cualquier territorio en el que no se hubiera producido influencia humana presentaría una vegetación que se denomina vegetación potencial. El hombre ejerce una gran presión en la configuración de la vegetación alterándola hasta su estado actual.

El mapa de vegetación potencial de nuestra zona de estudio se representa en la figura 4.

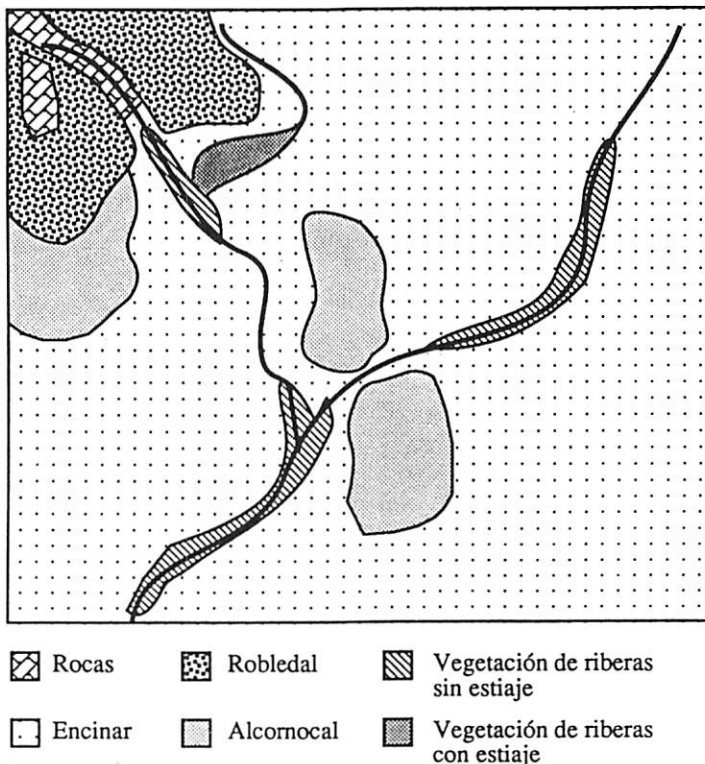


Fig. 4: Mapa de unidades ambientales correspondientes a la vegetación potencial de la zona de estudio.

Básicamente discrimina cuatro grandes bloques de vegetación en función de la geomorfología. En primer lugar, las zonas más próximas a los ríos muestran sus estructuras:

– Una se corresponde con formaciones típicas de bosque en galería con fresnos (*Fraxinus angustifolia*), chopos (*Populus nigra*) y sauces (*Salix atrocinerea*), características de ríos con reducido o nulo estiaje.

– La segunda incluye zonas que se inundan con periodicidad anual, coincidiendo con las crecidas de los ríos en épocas de lluvia, donde se encuentran: tamujos (*Securinega tinctoria*), juncos (*Juncus effusus*, *Scirpus holschaenus*), mentas (*Menta poulegium*) y tamariscos (*Tamarix anglica*).

La mayoría del territorio en sus zonas más bajas se encuentra dominado por formaciones de encinar con matorral entre las que destacan las siguientes especies: Encinas (*Quercus ilex*), madroños (*Arbutus unedo*), olivillos (*Phyllirrea angustifolia*), y algunas especies de cistáceas (*Cistus Crispus*, *C. salvifolius* y *C. albidus*).

En las zonas intermedias o más húmedas y umbrías dominan las formaciones de alcornocal con matorral encontrándose: alcornoques (*Quercus suber*), madroños (*Arbutus unedo*), cornicabras (*Pistacea terebinthus*) y majuelos (*Crataegus monogina*).

Las zonas altas se caracterizan por la presencia de robledales (*Quercus pyrenaica*) con helechos (*Pteridium aquilinum*) y algunos matorrales como brezos (*Erica arborea*, *E. australis*) y piornos (*Citrus multiflorus*) en áreas con condiciones ambientales extremas.

De la comparación entre esta vegetación potencial y el mapa de unidades pueden deducirse los siguientes procesos.

Los robledales así como los roquedos y zonas de difícil acceso han permanecido sin variaciones acusadas. Los alcornocales se han conservado debido a su importancia económica, sin embargo, el matorral asociado ha desaparecido para permitir el acceso del personal y maquinaria necesarios para la realización de los trabajos.

La zona más rica y con mayor disponibilidad de agua se ha destinado a cultivos de regadío. Algunas zonas elevadas se han destinado al cultivo de pinos para explotación maderera. Además se ha construido un embalse en cuyas márgenes las variaciones en el nivel del agua han imposibilitado el desarrollo de cualquier tipo de vegetación permanente.

La vegetación de los bordes de los ríos ha quedado reducido a algunos focos puntuales.

El resto de las modificaciones de los antiguos encinares con matorral se corresponden con cultivos pastizales para el pastoreo y dehesas de explotaciones agropecuarias.

CARACTERIZACION DE LOS PROCESOS ECOLOGICOS BASICOS DE CADA UNIDAD Y DE LAS RELACIONES EXISTENTES ENTRE LAS MISMAS.

Para unas características ambientales determinadas las condiciones ideales de funcionamiento de un ecosistema coinciden con las que existirían de mantenerse la vegetación potencial ya que es en estas condiciones donde se produce el máximo aprovechamiento del medio.

A medida que se transforma la vegetación varían los procesos ecológicos inherentes a cada ecosistema, por lo que resulta útil explicar la fisiología de las unidades a partir de su estado potencial.

La vegetación potencial en nuestro territorio y en general en el conjunto de Extremadura se resume en la figura 5 en la que se representa la vegetación climática en función de la altitud. En esencia se discriminan tres grandes formaciones boscosas: encinares en las zonas bajas, donde el agua es el factor limitante durante una parte del año; alcornoques en zonas húmedas de temperatura templada y en las partes más altas robles.

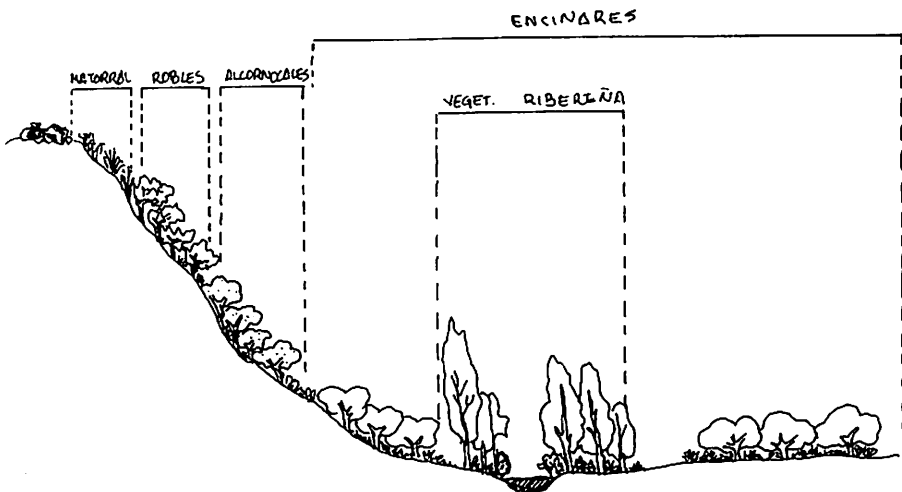


Fig. 5: Representación de la vegetación climática en función de la altitud.

Por su parte, las zonas asociadas a ríos tienen una vegetación climática característica, que sigue las riberas, ocupando franjas estrechas con muchas especies pero pocos individuos de cada una de ellas.

Sin embargo, no toda situación climática lleva aparejada la presencia de un estrato arbóreo, existen lugares donde la única vegetación capaz de sobrevivir es la formada por arbustos de pequeño porte, usualmente zonas de alta montaña con nieve parte del año, mucho viento y muy secas durante el verano.

A pesar de que en los tres tipos de bosque mencionados varían las especies de los estratos que los componen, la fisiología de los mismos a nivel de grandes procesos ecológicos es muy similar. Así, es posible describir su funcionamiento sobre un esquema básico común para los tres (fig. 6).

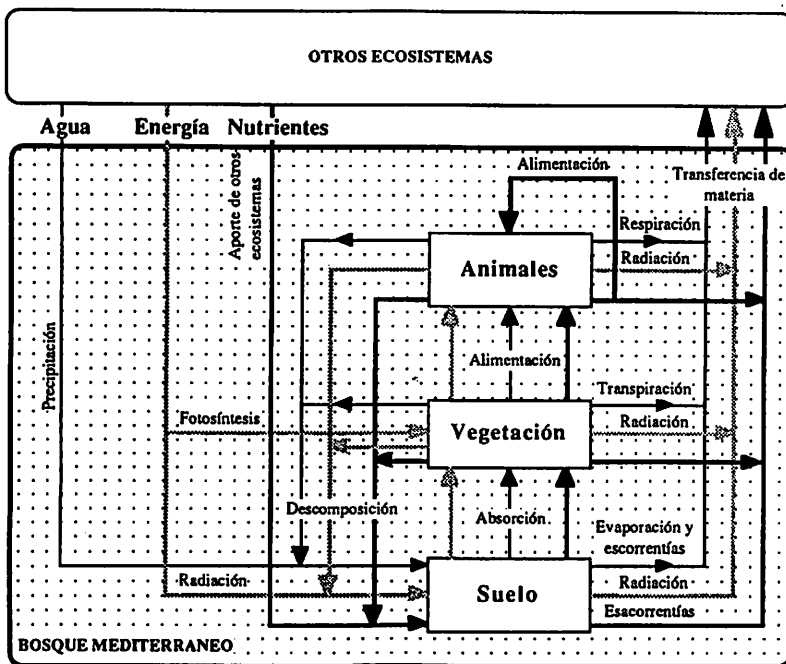


Fig. 6: Esquema básico de funcionamiento a nivel de grandes procesos en los bosques mediterráneos.

Esencialmente están constituidos por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Esta disposición favorece la gutación, es decir, que el agua de lluvia resbale por las hojas sin golpear directamente el suelo, que sobre este exista una cubierta de hojas secas en descomposición transformándose

en nutrientes y que se cree un microclima especial de temperaturas no muy altas y suficiente humedad en las capas inmediatamente superiores al suelo.

Aunque la devolución de agua a la atmósfera sea alta por transpiración existe un circuito en el que el agua está utilizándose en su mayor parte de forma ralentizada. El agua de lluvia disuelve los nutrientes del suelo y es absorbida por las raíces utilizándose en las funciones de nutrición, respiración y crecimiento de las plantas.

El exceso de agua, por filtración y percolación se incorpora a acuíferos que serán aprovechados en otros lugares. Cuántos más eslabones conformen la cadena de utilización del agua precipitada, mayor será su retraso de vuelta al mar y por consiguiente el aprovechamiento de la misma.

Esta misma disposición en estratos hace que casi todo el suelo esté cubierto, utilizándose la energía de la luz solar para fabricar biomasa, es decir, material vegetal. Las pérdidas de energía en forma de infrarrojos (calor) o radiación reflejada son pequeñas en comparación con superficies de suelo desnudo, lo que significa que el calentamiento del aire, sobre todo en las capas inferiores sea bajo.

En la mayor parte de los ecosistemas la principal entrada de nutrientes se realiza a través del vector agua como iones disueltos en el agua de lluvia. La materia orgánica se incorpora al suelo como humus producido por el metabolismo microbiano al descomponer los detritos vegetales y animales. Este humus junto a los elementos procedentes de la descomposición de las rocas constituyen los nutrientes que una vez disueltos en el agua son utilizado por las plantas. Las principales pérdidas de nutrientes se producen por el lavado del suelo y el arrastre de las partículas finas por escorrentías.

El aporte de materia orgánica y la descomposición de los materiales primarios son dos de los procesos más trascendentes en la formación del suelo. En el caso de estos bosques, la abundancia de vegetación y la bioceonosis animal, aportan gran cantidad de materia orgánica al suelo, el cual se encuentra bastante bien fijado por las raíces impidiendo de esta forma las pérdidas por erosión.

Otro factor que interesa destacar en un bosque de este tipo es que la gran masa de materia vegetal es capaz de sustentar a organismos herbívoros, carnívoros y algunos superpredadores, así como a los descomponedores. Es decir, una pirámide trófica completa (Fig. 7)

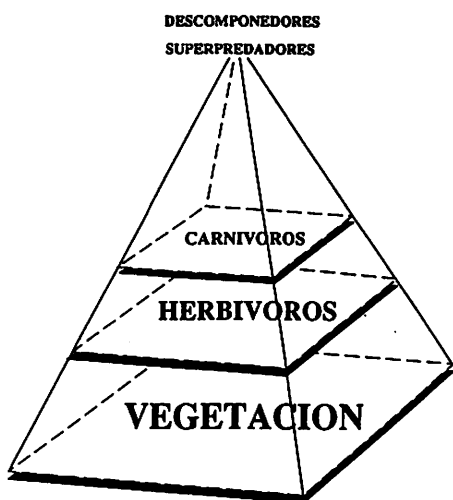


Fig. 7: Pirámide trófica sustentada por un bosque mediterráneo bien estructurado.

Aunque cada uno de los bosques estudiados constituyen en sí un ecosistema cerrado en cuanto a estructura y función, a nivel de grandes procesos existen intercambios de materia y energía entre ellos (Fig.8).

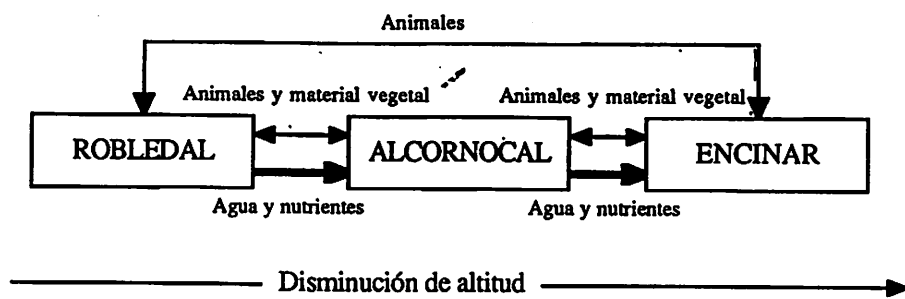


Fig. 8: Intercambios fundamentales entre los diferentes ecosistemas del área estudiada.

Una vez analizados los procesos generales que rigen el funcionamiento de un bosque con su vegetación potencial, los diferentes cambios que sufren en su estructura afectan también en mayor o menor grado a estos procesos.

Los procesos generales de un bosque con vegetación potencial se ven modificados cuando se varía su estructura. El mapa de unidades ambientales conseguido a partir de las imágenes fundamentales separa áreas en las que estos bosques han sido modificados por distintas actuaciones humanas que básicamente se resumen en la figura 9.

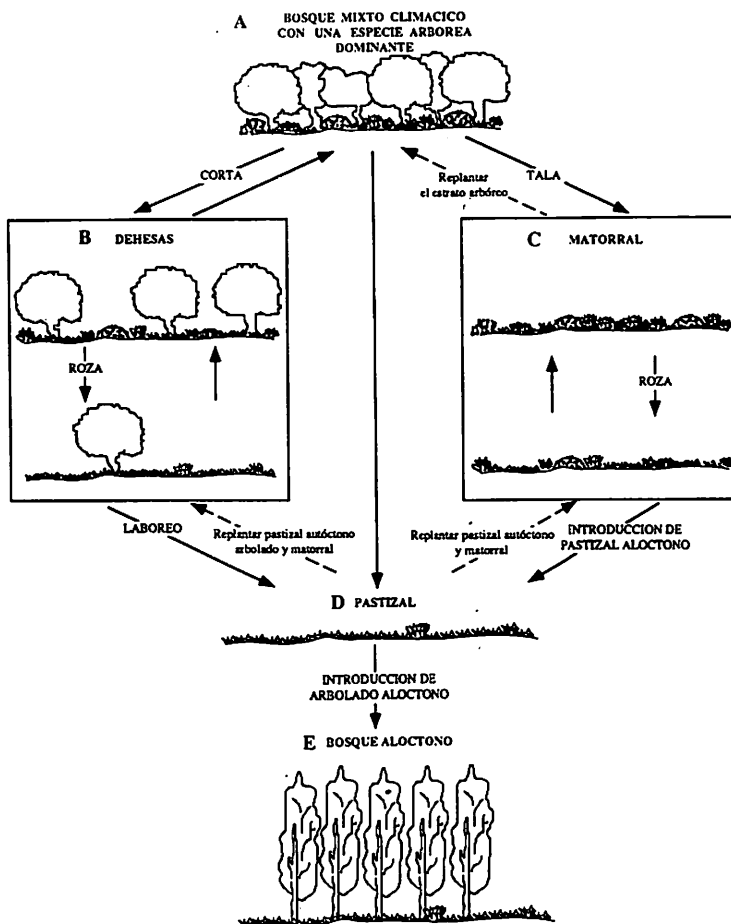


Fig. 9: Descripción de las acciones ejercidas sobre la vegetación potencial que han dado origen a las unidades actuales y actuaciones necesarias para su recuperación en los casos posibles.

La diferencia entre los estados A y B radica fundamentalmente en que se elimina la vegetación arbórea asociada a la especie dominante y parte o todo el matorral existente. Con ello se produce una pérdida de diversidad y de biomasa, una disminución de la gutación e incorporación de los nutrientes al suelo y una mayor erosión e incidencia de la luz, provocándose fundamentalmente un cambio en las especies de matorral asociadas al arbolado. Cuanto mayor sea la simplificación de la vegetación, mayor será el perjuicio para las especies animales asociadas al bosque, pues estos dispondrán de menor cantidad y variedad de: alimento, refugio, lugares de reproducción, etc. Como contrapartida, la probabilidad de que se produzcan incendios es menor.

Otra de las actuaciones comunes sobre un bosque del tipo A consiste en la tala sistemática del estrato arbóreo para dejar el matorral más o menos denso, es el caso C de la figura 9. Este proceso conlleva una serie de cambios en el ecosistema similares al caso B, aunque presentan variaciones en cuanto a su intensidad. La diferencia más importante radica en las posibilidades de recuperación porque resulta mucho más difícil y lento el desarrollo del estrato arbóreo.

Una tercera acción posible consiste en eliminar por completo tanto el estrato arbustivo como el arbóreo. Los efectos serán diferentes si el suelo se aprovecha como pastos o como cultivos. Para el primer caso, todas las acciones comentadas anteriormente se incrementan en intensidad pero se sigue manteniendo la estructura del suelo, aunque cada vez más empobrecido. En el caso de los cultivos, el suelo se enriquece de manera artificial en elementos minerales pero se pierde materia orgánica. Además, la destrucción de la estructura del suelo, como consecuencia del laboreo, lo hace mucho más sensible a la acción de la erosión por las escorrentías, con el consiguiente incremento en la eutrofización de los sistemas acuáticos adyacentes.

Si además de eliminar toda la vegetación leñosa se somete al área a una replantación con especies alóctonas (caso E) las posibilidades de recuperación del sistema original son prácticamente nulas debido a que se trata de sistemas en general autoperepetuables y tan competitivos con otros tipos de vegetación que acaba por excluirlos. Desde un punto de vista ecológico se trata de sistemas muy estables aunque pobres.

Aún quedan dos unidades que por sus características conviene que sean tratadas de forma aislada; se trata de las áreas de ribera y del embalse.

Los bosques de galería funcionan en esencia del mismo modo que cualquiera de los bosques anteriores, con la peculiaridad de presentar un

crecimiento mayor por no tener como factor limitante el agua. Generalmente se trata de especies arbóreas frondosas que aportan mayor cantidad de biomasa al suelo, por lo que este se desarrolla más rápidamente. A este efecto se une el hecho de que son zonas de acumulación de los materiales procedentes del resto de las unidades y del río. La producción de biomasa es muy alta y diversa en todos los estratos y por consiguiente llevan asociados gran número de especies animales, tanto las que viven en este ecosistema como otras que sólo lo utilizan para la realización de determinadas actividades (beber, cazar, esconderse, etc...).

Hay que tener en cuenta, que la peculiaridad este sistema hace que los animales propios del mismo también estén adaptados a condiciones muy concretas, por lo que pequeñas modificaciones en él varían de forma dramática la composición de comunidades de especies asociadas.

Los embalses proceden de la inundación de grandes superficies como consecuencia de la construcción de presas sobre los cauces de los ríos. La consecuencia más evidente es la eliminación de los ecosistemas que ocupaban la zona de inundación. Se produce también una modificación en la dinámica del río, disminuyendo el caudal a partir de la presa y transformando el área inundada en un ecosistema completamente diferente en el que las comunidades animales varían drásticamente, se producen acumulaciones de materiales en el fondo y cambian las condiciones de oxigenación, circulación del agua, temperatura y ciclo de nutrientes.

Al estar sometidos a fluctuaciones en el nivel del agua como consecuencia de la estacionalidad de las lluvias, es prácticamente imposible que prospere ningún tipo de vegetación en las márgenes del embalse. Se produce un embrocamiento del medio terrestre tanto en especies vegetales como animales con cambios importantes en las comunidades de aves, se sustituyen algunas especies de peces por otras y se rompen los procesos migratorios.

VALORACION DE LA INFORMACION ADQUIRIDA Y ESTABLECIMIENTO DE RELACIONES DE IMPORTANCIA A CONSERVACION DESDE EL PUNTO DE VISTA ECOLOGICO

A partir de la información obtenida del análisis de las unidades ambientales y de los procesos ecológicos que operan a nivel de las mismas, se pueden extraer algunas conclusiones generales sobre el funcionamiento de los ecosistemas:

- Todos los elementos de un ecosistema están relacionados entre sí.
- La naturaleza y estructura de la vegetación potencial está determinada por los factores ambientales de la zona, lo que significa que no siempre el máximo aprovechamiento de un territorio tiene que coincidir con una vegetación muy estructurada en la que se encuentren presentes los tres estratos perfectamente desarrollados.
 - En cualquier territorio que se trate, el máximo aprovechamiento natural se corresponde con la vegetación y permitiendo ciclos completos en la circulación de la materia.
 - Las redes tróficas más completas se encuentran en este estado de vegetación, donde se localiza el máximo número de especies tanto animales como vegetales, capaces de soportar ese medio.
 - El estado de vegetación potencial puede mantenerse como estado estable, pero se debe tener en cuenta la complejidad de la trama de interacciones le hace susceptible a profundas variaciones ante pequeños cambios introducidos.
 - Los cambios producidos sobre un ecosistema alteran en mayor o menor medida la estructura y el funcionamiento de los adyacentes.
 - Cualquier manejo humano provoca cambios en muy poco tiempo, mientras que el necesario para volver a la estructura original (en los casos en que esto sea posible) se mide en escalas mucho mayores.
 - Las alteraciones en un ecosistema serán más o menos irreversibles dependiendo de la intensidad de las mismas y de los elementos a los que afecten.
 - Una alteración en la vegetación provoca más cambios en las comunidades animales que soporte de los que se provocan sobre la vegetación cuando se alteran las comunidades animales.

- La destrucción o modificación del suelo conlleva aparejadas grandes modificaciones en las comunidades vegetales y animales. Se trata de las alteraciones más dañinas que se pueden ejercer en los ecosistemas.
- En algunos casos, una acción sobre las comunidades y sobre todo vegetales, aunque afecte a la formación y a la calidad del suelo no implica necesariamente la irreversibilidad del ecosistema.
- Existen ecosistemas que, bien por su pequeña extensión o por la complejidad de su funcionamiento, se destruyen con cualquier pequeño cambio.

Teniendo en cuenta estas consideraciones sobre la dinámica de los ecosistemas, parece que la conclusión más inmediata que se puede obtener es que la mejor manera de defender al medio ambiente es no modificarlo, sin embargo, las modificaciones son inevitables y además necesarias para el hombre.

Lo importante cuando se pretende empezar cualquier tipo de actuación en un determinado ecosistema es valorar "a priori" a que elementos afectan estas variaciones, cual es la intensidad del cambio que se va a producir, en que medida esta modificación es reversible, cual es la ganancia a obtener y si ésta compensa o no los daños que se van a producir (González Bernáldez, 1976 b).

Basándonos en el ejemplo de nuestro estudio y con la ayuda de las figuras 6 y 9 se pueden valorar de forma más completa las modificaciones causadas por las acciones ejecutadas sobre la vegetación potencial.

En el caso de los robledales, apenas se han producido modificaciones. En todas las áreas de montaña, la inaccesibilidad del terreno y la práctica ausencia de suelos fértiles reducen las acciones ejercidas a dos tipos fundamentales: repoblación con especies alóctonas y creación de áreas de pastoreo.

En el primer caso se suelen realizar aterrazamientos con la consiguiente destrucción de la estructura del suelo, variación de las pendientes y del ciclo del agua. Si se lleva a cabo una explotación del bosque alóctono, la introducción de maquinarias y el manejo de la explotación incrementan los daños sobre el sistema y sobre lo adyacentes. En el caso de abandono la reversibilidad hacia el estado original es nula.

Las especies replantadas suelen ser de crecimiento rápido, lo que implica una sobrecarga de los acuíferos próximos a la plantación. Este hecho afecta a la disponibilidad de agua en los ecosistemas de menor altitud, en los

que el agua es el factor limitante, pudiendo incluso afectar a la dinámica de los cursos de agua que dependen del aporte de esos acuíferos.

En el segundo caso, normalmente se realiza un desbroce de vegetación, lo que conlleva alteraciones en los ciclos de nutrientes, transformaciones del suelo y cambios en la composición de algunas comunidades animales y vegetales. De cualquier forma estas alteraciones son reversibles. El tiempo necesario para restaurar la condición original dependerá de la carga de explotación a la que haya estado sometido, pudiendo acortarse mediante repoblaciones con vegetación autóctona.

En el caso de las dehesas, el matorral suele ser desbrozado y la densidad de los árboles reducida, para el pastoreo de ganado y producción de carbón vegetal. Al tratarse en general de terrenos con poca pendiente, las pérdidas por erosión derivadas de estos tratamientos son menores que en los robledales.

La disminución de la vegetación aérea tiene como consecuencia: un aumento de la escorrentía (favoreciendo las pérdidas de suelo y nutrientes), una mayor penetración de luz (lo que produce una reducción de la humedad ambiente y del suelo y ésta a su vez, mayores pérdidas de agua) y una disminución de la biomasa, con lo que disminuye el aporte de materia orgánica al suelo (que, no obstante, se mantiene en unos niveles suficientes para sustentar una importante comunidad herbácea, que suele ser explotada).

El mayor problema para las dehesas se deriva de la sobreexplotación con cualquiera de las dos actividades para las que normalmente son creadas, pudiendo llegar incluso a la pérdida total de suelo y por consiguiente a la desertización. En cualquier caso, una dehesa bien explotada constituye una fuente importante de ingresos que puede mantenerse como tal casi indefinidamente y que en caso de abandono pueden volver a su estado original.

En las unidades de matorral, la pérdida del estrato arbóreo no implica grandes cambios en el suelo ni en la dinámica de los nutrientes (aunque la entrada de nutrientes disminuye); solamente se ven afectadas las comunidades animales asociadas al encinar o al alcornocal. El problema para mantener una unidad de matorral es, una vez eliminado el arbolado, la ausencia de beneficios económicos derivados del mismo en la mayoría de los casos. La reversibilidad del ecosistema es sencilla si se vuelve a replantar el arbolado original.

Los pastizales derivados de la eliminación total de la vegetación leñosa de encinares y alcornocales presentan graves problemas de reversibilidad. Además, la sobreexplotación a que normalmente se someten hace necesaria la introducción de herbáceas alóctonas muy competitivas y que no permiten la restauración del pasto original.

Con la eliminación de la vegetación leñosa y la introducción de nuevas especies se provocan fuertes alteraciones en los ciclos de nutrientes, pérdidas de agua y suelo por escorrentía y variaciones en la composición de las comunidades faunísticas. En general, el efecto es el de un empobrecimiento del sistema original a todos los niveles que únicamente se ve compensado por el beneficio económico obtenido del pastoreo.

Entre las acciones con impactos más importantes sobre el medio se encuentran los cultivos, para los que generalmente se utilizan suelos profundos y con pendientes reducidas. La estructura del suelo original se destruye por completo, manteniéndose el cultivo artificialmente por medio del aporte de nutrientes y materia orgánica. Todo esto lleva aparejado como consecuencia graves alteraciones en el ciclo de nutrientes original y pérdidas de suelo y nutrientes por escorrentía, produciéndose acumulaciones de nutrientes (sobre todo en los acuíferos próximos) que acaban por contaminar las aguas subterráneas.

Los beneficios que se obtienen con los cultivos son obvios, si bien puede replantearse la necesidad de utilizar algún tipo de cultivo que siendo más rentable que los actuales pudieran ejercer menos efectos negativos sobre el conjunto de los ecosistemas relacionados con ellos.

La eliminación de la vegetación ribereña por la creación de cultivos, huertas, embalses y explotaciones de áridos son muy frecuentes, generando la desaparición casi total de los bosques en galería, con los que se produce la pérdida de comunidades vegetales y animales de gran valor ecológico, un deterioro del lecho del río y frecuentes pérdidas de materiales por escorrentía afectando en general todos los ecosistemas relacionados con el curso de agua.

Las áreas de embalse producen una pérdida irreversible de los ecosistemas inundables, pasando de ser un medio terrestre a uno acuático y afectando todos los elementos de la unidad, incluyendo variaciones climáticas como consecuencia de la mayor evaporación. Los beneficios obtenidos con esta modificación dependen del propósito para el que se construya el embalse: suministro de agua para regadíos o consumo doméstico y producción de energía eléctrica. En cualquier de estos casos pueden obtenerse del embalse beneficios adicionales producto de su utilización para el cultivo intensivo de peces o como áreas recreativas.

CONCLUSIONES

La construcción de mapas de unidades ambientales constituyen un método apropiado para aprender acerca de los procesos ecológicos que rigen la dinámica de los ecosistemas.

Permite saber a que elementos del ecosistema afecta una determinada acción y los cambios que en ellos se producen así como la reversibilidad de los mismos.

Este tipo de información debe completarse con otras de tipo económico, social y cultural antes de adaptar un juicio de valor sobre una determinada actuación.

La metodología utilizada es idónea para incluirse en planes pedagógicos multidisciplinares orientados hacia la consecución de escalas de valores personales sobre el medio ambiente y el papel que las necesidades individuales de cada sujeto de la sociedad desempeña en él.

BIBLIOGRAFIA

- Backman, S.J. & Crompton, J. L. 1983. "Education experiences contribute to cognitive development". *The Journal of Environmental Educacion.* 14 (4): 32-37.
- Brussade, P. F. 1991. "The role of ecology in biological conservation". *Ecological Applications.* 1(1): 6-12.
- Eagles, F.J.P. & Muffitt, S. 1990 "An analysis of children's attitudes toward animals". *The Journal of Environmetnal Education.* 21 (3): 41-44.
- González-Bernáldez, F. 1976 (a). "Problemas ecológicos de la conservación del medio ambiente". *Revista de la Universidad Complutense XXV* (105): 165-173.
- González- Bernáldez, F. 1976 (b). "Bases ecológicas de la ordenación del territorio" *Arbor.* 365: 63-79.
- Goudie, A. 1990. *The human impact on the natural environmet.* MIT Press edition third ed. Cambridge.

- Hungerford, H. R. & Volk, T. L. 1990. "Changing learner behavior through environmental education". *The Journal of Environmental Education*. 21 (3): 8-22.
- Robottom, I. 1987. "Environmental education as educational reform". *Environ. Conserv.* 14 (3): 197-200.
- Sia, A.P. ; Hungerford, H. R. & Tomera, A.N. 1985. "Selected predictors of responsible environmental education". *The Journal of Environmental Education*. 17(2): 31-40.